Cliente	Apto
Progetto n.	P20256
Dattero	12/08/2025
Revisione	01
Riferimento	EIA RFI - Manutenzione FV

Schumacher S1

PIANO MANUTENTIVO – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

REVISIONI

Documento redatto da:	
Nome	Ruthzen Soriano
Firma	
Dattero	26.09.2025

Documento controllato da:	
Nome	Jamie Darragh
Firma	
Dattero	26.09.2025

Revisione:

Revisione n.	Date	Revision Details	Approved by
01	26.09.2025	Rilasciato per EIA	J. Darragh

CONTENUTO

1.0 INTRODUZIONE 4

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI E LINEE GUIDA PER IL SETTORE 4

L'APPLICAZIONE DI TALI LINEE GUIDA ASSICURA CHE LE ATTIVITÀ O&M NON INFLUISCANO NEGATIVAMENTE SUGLI ECOSISTEMI E GARANTISCE CONFORMITÀ AI PRINCIPI EUROPEI DI SOSTENIBILITÀ. 5

3.0 CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE 5

4.0 PIANO DI MANUTENZIONE PREVENTIVA 5

4.1 Piano di manutenzione mensile 5

4.2 Piano di manutenzione annuale 6

1.0 INTRODUZIONE

01 Un piano di manutenzione preventiva è essenziale per garantire l'efficienza e l'affidabilità a lungo termine degli impianti fotovoltaici (FV), nel rispetto delle normative tecniche nazionali e internazionali (CEI EN 62446-1 e -2, CEI 82-25, IEC TS 62446-3) e delle migliori pratiche di settore (SolarPower Europe O&M Best Practice Guidelines). Le attività programmate contribuiscono a preservare le prestazioni dell'impianto, ridurre i rischi di fermo e assicurare il rispetto dei principi ambientali e di sicurezza.

02 Il piano si articola su attività mensili e annuali, con approccio predittivo e preventivo, integrando sistemi di monitoraggio avanzati (BACS) e piattaforme CMMS (Computerized Maintenance Management System) per la gestione digitale degli interventi.

03 La manutenzione regolare ottimizza le prestazioni ma contribuisce anche alla tutela ambientale, in linea con il principio del "Do No Significant Harm", previsti dalla Tassonomia UE (Reg. 2020/852), che richiedono che le attività O&M non comportino impatti ambientali significativi."Le attività pianificate includono ispezioni mensili e annuali, il monitoraggio delle prestazioni e dell'efficienza energetica, il rilevamento e la gestione di eventuali hot-spot, la pulizia dei moduli con metodi a basso impatto ambientale e l'analisi del degrado termico e della durabilità dei componenti nel tempo.

04

05 Il presente piano, pur essendodi natura preliminare, è concepito come quadro di riferimento per le attività di Operation & Maintenence (O&M) e costituisce la base per eventuali integrazioni future con sistemi di monitoraggio avanzati e con ulteriori specifiche richieste dagli enti regolatori o derivanti dal progresso tecnologico.

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI E LINEE GUIDA PER IL SETTORE

01 La strategia manutentiva si basa su un approccio predittivo e preventivo, fondato sull'analisi dei dati di affidabilità dei componenti e delle condizioni operative dell'impianto, in modo da ottimizzare la frequenza degli interventi e ridurre i costi complessivi di gestione. Tale approccio, in linea con le più recenti pratiche consolidate del settore e supportato da studi scientifici dedicati alla manutenzione predittiva di impianti fotovoltaici, garantisce maggiore disponibilità e durata delle apparecchiature, contribuendo a preservare le prestazioni dell'impianto lungo l'intero arco di vita previsto

02 La manutenzione degli impianti fotovoltaici è basata su normative tecniche nazionali e internazionali, adottando le buone pratiche industriali riconosciute come Best Available Techniques (BAT), nonché su linee guida di settore come SolarPower Europe O&M Best Practice Guidelines e documenti tecnici di prevenzione incendi, richiaamete al paragrafo 1.0. .

03

Queste fonti raccomandano un programma di manutenzione preventiva strutturato, comprendente:

1. Monitoraggio continuo delle prestazioni e dell'efficienza dei moduli, con confronto con i valori attesi;
2. Identificazione di hot-spot e difetti di celle o connessioni tramite termografie (anche con droni a camere termiche);
3. Pulizia periodica dei moduli mediante acqua deionizzata o piovana, evitando detergenti chimici, e gestione controllata dei reflui per prevenire contaminazioni di suolo e acque;

4. Analisi periodica della degradazione termica dei moduli e delle prestazioni complessive dell'impianto;
5. Controllo visivo e documentale che le attività di manutenzione (es. pulizia moduli, sostituzioni componenti) siano effettuate nel rispetto delle prescrizioni ambientali.

3.0 L'APPLICAZIONE DI TALI LINEE GUIDA ASSICURA CHE LE ATTIVITÀ O&M NON INFLUISCANO NEGATIVAMENTE SUGLI ECOSISTEMI E GARANTISCE CONFORMITÀ AI PRINCIPI EUROPEI DI SOSTENIBILITÀ.CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE

01 La progettazione dell'impianto fotovoltaico è stata sviluppata con l'obiettivo di facilitare le attività di manutenzione preventiva e correttiva, adottando soluzioni tecniche consolidate nel settore. I moduli fotovoltaici sono ad alta efficienza e resistenti alle condizioni ambientali locali; la disposizione su coperture e pensiline è ottimizzata per ridurre l'accumulo di sporco e agevolare l'accesso alle superfici per le operazioni di pulizia.Sono stati integrati i criteri di prevenzione incendi richiamati dalle linee guida nazionali per gli impianti fotovoltaici installati su edifici o interferenti con essi, con particolare attenzione all'accessibilità dei componenti, alla presenza di dispositivi di sgancio in emergenza, alla compartimentazione e alla riduzione del rischio di propagazione dell'incendio.

02 Ogni stringa è equipaggiata con ottimizzatori di potenza per il monitoraggio puntuale delle prestazioni (tensione, corrente, temperatura) e per la gestione sicura degli interventi, potendo ridurre la tensione di ogni modulo a valori inferiori a 1 V in caso di manutenzione o emergenza. Questa soluzione consente di individuare rapidamente hot-spot o difetti di connessione e di programmare interventi mirati.Il sistema di conversione utilizza inverter centralizzati collegati a una piattaforma di monitoraggio BACS (Building Automation and Control System), in grado di integrare dati da sensori ambientali e da ispezioni termografiche. Questa predisposizione consente di individuare tempestivamente fenomeni di degrado termico o di perdita di efficienza, riducendo i tempi di fermo impianto. La progettazione dei quadri elettrici di campo e delle canalizzazioni privilegia percorsi facilmente ispezionabili, connessioni rapide e componentistica con grado di protezione adeguato (IP65 o superiore) per ridurre interventi straordinari. Sono adottate strutture di supporto con trattamenti anticorrosivi e materiali riciclabili, in linea con i principi di economia circolare.

03 L'insieme di queste soluzioni permette un controllo accurato delle prestazioni, una maggiore sicurezza per gli operatori e una pianificazione efficiente della manutenzione predittiva, garantendo affidabilità e sostenibilità per l'intero ciclo di vita dell'impianto.

4.0 PIANO DI MANUTENZIONE PREVENTIVA

4.1 Piano di manutenzione mensile

Compito	Descrizione
Ispezione visive dei moduli	1. Verificare presenza di sporco, ombreggiature, crepe, corrosione, nidificazione di animali. 2. Controllo strutture di montaggio e connessioni.
Monitoraggio prestazioni	Controllo integrità comunicazioni, allarmi, confronto PR (Performance Ratio) mensile tra produzione reale e prevista.

Ispezione Termografica in conformità alla CEI EN 62446-3	1. Ispezione con termocamera IR portatile o tramite drone per l'individuazione di hot-spot, celle difettose, surriscaldamenti o mismatch tra moduli. 2. Priorità a moduli con PR < 98% o con segnalazioni da ottimizzatori.
Controllo dell'inverter, quadri DC/AC e cablaggio	1. Analisi log eventi e parametri operativi, verifica codici errore, controllo visivo cablaggi e protezioni. 2. Controllare l'usura, il surriscaldamento ela corrosione dei collegamenti. . 3. 4. Controllare SPD (Surge Protective Device), interruttori di manovra, RCD (Residual Current Device) e sistemi di sezionamento in sicurezza.
Pulizia moduli (se necessaria)	1. Solo in presenza di perdita >5% per 30 giorni o depositi di sporco evidenti. 2. Spazzolatura con rotore a spazzola antigraffio a secco o risciacquo con acqua demineralizzata, conforme al DNSH, nessun impatto su acque superficiali/sottosuolo. ;. Controllo e rimozione ombreggiamenti da vegetazione o ostacoli tempranei.
Documentazione	1. Registrazione ispezioni, anomalie, azioni correttive.
Ottimizzatori di potenza	1. Analisi periodica mismatch tra moduli tramite piattaforma BACS . 2. Creazione storico prestazionale con individuazione precoce di degrado. 3. Ispezionare eventuli danni fisici o surriscaldamento. 4. Verificare la disponibilità di aggiornamenti per ottimizzatori e dispositivi di misurazione.
Reporting mensile	5. Redazione report prestazionale e di sicurezza con indicatori KPI, anomalie rilevate, disponibilità, efficienza media e trend di degrade. 6. "Manutenzione futura raccomandata" basata su analisi predittiva.

4.2 Piano di manutenzione annuale

Compito	Descrizione
Collaudo CEI EN 62446-1:	Tracciamento curve I-V su campione rappresentativo.Prove di isolamento, polarità, continuità e IR (InfraRed) su stringhe e inverter.

Controllo dell'inverter, quadri DC/AC e del cablaggio	Aggiornamento firmware, calibrazione sensori interni, analisi efficienza. Diagnosi IR annuale su inverter per rilevare surriscaldamenti anomali. Pulizia filtri di ventilazione Ispezione usura, surriscaldamento, corrosione e collegamenti Verifica tenuta involucri e protezione IP Verifica centralina di rifasamento, condensatori, serraggi, protezioni. Misura resistenza di terra e controllo RCD/SPD Verifica integrità cavi (ispezione guaine e morsetti)
Monitoraggio & BACS	Audit completo configurazioni, backup dati, verifica affidabilità comunicazioni. Analisi dell'andamento dei KPI e del PR nel tempo per la valutazione delle tendenze di degrado di rendimento dei moduli nel tempo.
Strutture di supporto	Controllo bulloneria, corrosione, integrità meccanica, verniciature. Verifica accessi di sicurezza (linee vita, parapetti) se presenti.
Documentazione	Aggiornamento registro interventi, check-list conformità normativa, revisione report O&M annuale. Gestione digitale CMMS (Computerized Maintenance Management System) per storicizzare tutte le attività.
Sistemi di protezione contro scariche atmosferiche (LPS)	Verifica continuità e integrità componenti. Test con megger su impedenza messa a terra.
Audit completo del sistema	1. Ispezione e diagnostica complete di tutti i componenti. 2. Classificazione componenti per rischio di guasto (A - critico / B - rilevante / C - marginale).
Gestione fine vita componenti	1. Pianificazione smaltimento e riciclo dei componenti obsoleti.
Formazione e certificazione	1. Aggiornamento periodico del personale tecnico su sicurezza, procedure operative e normative applicabili, con rilascio o rinnovo delle certificazioni obbligatorie (PES/PAV, lavori in quota, antincendio).
Reporting normativo	1. Redazione e invio report prestazionali e di stato impianto con KPI energetici, anomalie, azioni correttive ed evidenze fotografiche, in conformità a norme CEI e obblighi contrattuali.